



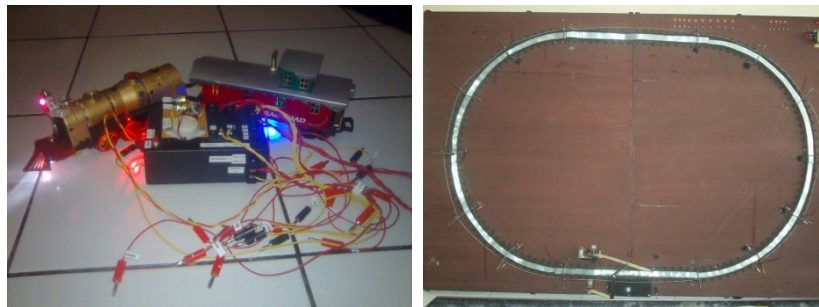
**SIMULASI KERETA REL LISTRIK  
DENGAN KENDALI KECEPATAN SISTEM PWM DAN PALANG PINTU  
PERLINTASAN OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLLER**

**ATmega16**

**PROYEK AKHIR**

**Diajukan Kepada Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta**

**Untuk Memenuhi Tugas Mata Kuliah Proyek Akhir**



Oleh :

**PURNOMO ABDURAHMAN**

**08507134018/2008**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRONIKA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**2012**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**PROYEK AKHIR**

**SIMULASI KERETA REL LISTRIK  
DENGAN KENDALI KECEPATAN SISTEM PWM DAN PALANG PINTU  
PERLINTASAN OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLLER  
ATMEGA 16**

Oleh :

**PURNOMO ABDURAHMAN**

**NIM. 08507134018**

Telah diperiksa dan disetujui oleh pembimbing

Untuk diuji


Yogyakarta, Mei 2012

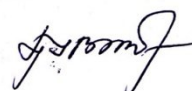
Mengetahui,

Koord. Prodi D3 Teknik Elektronika

Menyetujui,

Pembimbing

  
Drs. Djoko Santoso, M.Pd  
NIP. 19580422 198403 1 002

  
Sri Waluyanti, M.Pd.  
NIP. 19581218 198603 2 001

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**PROYEK AKHIR**  
**SIMULASI KERETA REL LISTRIK**  
**DENGAN KENDALI KECEPATAN SISTEM PWM DAN PALANG PINTU**  
**PERLINTASAN OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLLER**  
**ATMEGA 16**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

**PURNOMO ABDURAHMAN**

**NIM. 08507134018**

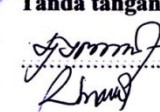
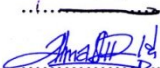
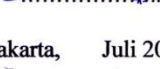
Telah dipertahankan di depan panitia penguji Proyek Akhir

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

Pada Tanggal :

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat guna memenuhi mata kuliah Proyek Akhir

**Susunan Panitia Penguji**

<b>Jabatan</b>	<b>Nama Lengkap dan Gelar</b>	<b>Tanda tangan</b>
Ketua Penguji	Dra. Sri Waluyanti, M.Pd.	
Sekretaris Penguji	Dr. Ratna Wardani, S.Si., M.T.	
Penguji Utama	Yuniar Indrihapsari, M.Eng.	

Yogyakarta, Juli 2012

Dekan Fakultas Teknik UNY



Dr. Moch. Bruri Triyono  
NIP. 19560216 198603 1 003

## **HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Purnomo Abdurahman

NIM : 08507134018

Program Studi : D3 Teknik Elektronika

Judul Proyek Akhir : Simulasi Kereta Rel Listrik Dengan Kendali Kecepatan  
Sistem PWM dan Palang Pintu Perlintasan Otomatis  
Berbasis Mikrokontroller ATmega16

Menyatakan bahwa Proyek Akhir ini adalah hasil pengembangan dari Proyek Akhir karya Diantoro Riyadi salah satu mahasiswa D3 FT UNY Teknik Elektronika angkatan 2007 dengan judul “ Simulasi Palang Pintu Kereta Api Otomatis Berbasis Mikrokontroller AT89S51 dengan Kendali Kecepatan Kereta Api “. Perbedaan proyek ini terletak pada sistem kelistrikan atau supply tegangan DC, palang pintu perlintasan dan kendali kecepatan otomatis, yaitu pada Proyek Akhir ini supply tegangannya dirancang menyerupai KRL yang ada, palang pintu perlintasan dan kendali kecepatan otomatis menggunakan metode PWM berbasis mikrokontroller ATmega16.

Yogyakarta, Mei 2012

Purnomo Abdurahman  
NIM. 08507134018



**ABSTRAK**

**SIMULASI KERETA REL LISTRIK**

**DENGAN KENDALI KECEPATAN SISTEM PWM DAN PALANG PINTU**

**PERLINTASAN OTOMATIS BERBASIS MIKROKONTROLLER**

**ATmega16**

*Oleh : PURNOMO ABDURAHMAN*

08507134018

*Proyek akhir ini dimaksudkan untuk mendapatkan suatu perangkat berupa model simulasi kereta rel listrik. Dalam model simulasi ini kecepatan motor kereta akan turun dan meningkat secara otomatis berdasarkan nilai PWM sesuai program mikrokontroller. Simulasi ini juga menggerakkan pintu perlintasan secara otomatis membuka dan menutup sesuai dengan peletakan sensor pada media simulasi.*

*Perancangan proyek akhir ini tersusun atas perangkat keras dan perangkat lunak. Untuk perangkat keras terdiri dari media simulasi berupa rel dan kereta, rangkaian catu daya 5V dan 12V DC, rangkaian sistem minimum mikrokontroller ATmega16 sebagai rangkaian kendali utama, rangkaian sensor optocoupler yang tersusun dari LED photodiode dan LED inframerah sebagai pendeteksi kedatangan kereta, rangkaian output Driver kendali arah motor dc dengan IC L293D, rangkaian output alarm dengan IC NE555. Untuk perangkat lunak berupa program BASCOM yg berisi instruksi untuk menjalankan program utama mikrokontroller.*

*Simulasi KRL dengan kendali kecepatan sistem PWM dan palang pintu perlintasan otomatis ini telah berhasil dibuat dengan menggunakan sistem minimum mikrokontroler ATmega16 yang digabungkan dengan instrumen pendukung lainnya. Perangkat lunak BASCOM AVR dengan bahasa Basic telah mendukung kinerja seluruh instrumen. Alat ini bekerja secara otomatis ketika kereta KRL diletakkan pada rel kereta, maka kereta akan berjalan dan kedatangan kereta akan dideteksi oleh empat buah sensor antara lain sensor untuk memperlambat kereta dengan mengubah lebar frekuensi tegangan DC dan mengaktifkan alarm yang dibangun dengan IC555, sensor untuk membuka pintu perlintasan, sensor untuk menutup pintu perlintasan yang dibangun dengan IC L293D dan sensor untuk mengembalikan kecepatan kereta dengan cara mengembalikan lebar frekuensi seperti semula dan mematikan alarm, begitu seterusnya hingga sensor tidak mendeteksi kedatangan kereta.*

*Kata kunci : sensor optocoupler infrared, simulasi pintu perlintasan KRL*

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

Laporan Proyek Akhir ini penulis persembahkan kepada :

Proyek Akhir ini kupersembahkan kepada :

Allah SWT Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang

Rasulullah Muhammad SAW sebagai suri tauladan yang baik

Bapak, Ibu serta adik-adikku atas segala doa, perhatian, kasih sayang dan dukungannya

Yang terkasih Yumiati abdurahman dan Sabrina ayu abdurahman yang selalu memberikan semangat serta do'a

Seluruh kawan-kawan kelas C Teknik Elektronika 2008, kenangan kalian takkan terlupakan

Semua pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan laporan ini

## KATA PENGANTAR



*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah – Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan penyusunan laporan Proyek Akhir dengan judul “Simulasi Kereta Rel Listrik Dengan Kendali Kecepatan Sistem Pwm Dan Palang Pintu Perlintasan Otomatis Berbasis Mikrokontroller Atmega 16 “ di Universitas Negeri Yogyakarta.

Proyek Akhir ini merupakan salah satu persyaratan memperoleh gelar Ahli Madya pada program Diploma-III jurusan Teknik Elektronika di Universitas Negeri Yogyakarta. Proyek Akhir ini dapat terselesaikan tak lepas dari berbagai pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Moch. Bruri Triyono, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Bapak Drs. Muhammad Munir, M.Pd, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika.
3. Ibu Sri Waluyanti, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan sehingga terselesainya laporan ini.
4. Kedua Orang Tua penulis yang selalu memberikan dukungan dan dorongan sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir ini dengan baik.
5. Teman-teman seangkatan dan seperjuangan, terima kasih atas kerja samanya serta dukungannya.

6. Semua pihak yang telah memberikan bantuan moral maupun material yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga segala bantuan yang Bapak/Ibu dan teman-teman berikan diCatat sebagai amal ibadah oleh Allah SWT dan mendapat pahala dari-Nya. Akhir kata, penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan laporan ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun untuk perbaikan proyek akhir ini senantiasa diterima dengan senang hati. Semoga laporan ini bermanfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Amin.

***Wassalamu'alaikum Wr. Wb.***

Yogyakarta, Mei 2012

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN .....	iv
ABSTRAK .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xv
DAFTAR LAMPIRAN .....	xviii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	3
C. Batasan Masalah .....	3
D. Rumusan Masalah .....	4
E. Tujuan .....	4
F. Manfaat .....	5
G. Keaslian Gagasan .....	6
BAB II PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH .....	7
A. Perlintasan kereta api .....	7

B. Mikrokontroler ATmega16 .....	16
1. <i>Port</i> sebagai <i>input/output</i> digital .....	17
2. Bit 2 – PUD : <i>Pull Up Disable</i> .....	19
3. <i>Timer</i> .....	19
4. Gambaran umum .....	19
5. <i>Timing Diagram Timer / Counter</i> .....	20
6. Bit 6:3 – WGM01:0 <i>Waveform Generation Mode</i> .....	22
7. Bit 5:4 – COM01:0 Penyesuaian <i>Pembanding Mode Output</i> ..	23
8. Bit 2:0 – CS02:0 <i>Clock Select</i> .....	24
9. Register <i>Timer / Counter</i> TCNT0 .....	25
10. Register <i>Timer / Counter</i> OCR0 .....	25
C. Sensor Optocoupler .....	26
1. LED <i>Inframerah</i> .....	26
2. Photodiode .....	27
D. Motor DC .....	29
E. <i>Limit Switch</i> .....	30
F. Transistor .....	31
1. Jenis Transistor .....	34
2. BJT .....	34
3. FET .....	35
G. IC L293D .....	36
H. Teknik PWM .....	38
1. Pembangkitan Sinyal PWM .....	40

2. Pembangkitan Sinyal PWM dengan mikrokontroler .....	41
<b>BAB III KONSEP RANCANGAN .....</b>	<b>42</b>
A. Identifikasi Kebutuhan .....	42
B. Analisis Kebutuhan .....	43
C. Perancangan Sistem .....	44
1. Perancangan <i>Hardware</i> .....	44
2. Perancangan <i>Software</i> .....	54
D. Pembuatan Alat .....	58
E. Pengujian Alat .....	65
1. Uji fungsionalitas .....	65
2. Uji sistem kerja .....	65
3. Uji kinerja alat .....	65
<b>BAB IV PROSES, HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>68</b>
A. Pengujian .....	68
1. Pengujian rangkaian catu daya .....	68
2. Pengujian mikrokontroler ATmega16 .....	69
3. Pengujian PWM ATmega16 .....	70
4. Pengujian sensor optocoupler .....	75
5. Pengujian <i>Limit Switch</i> pintu perlintasan .....	76
6. Pengujian <i>Driver</i> motor DC pintu perlintasan .....	77
7. Pengujian alarm .....	79

B. Pembahasan .....	80
1. Rangkaian catu daya .....	80
2. Sensor optocoupler .....	88
3. Rangkaian PWM motor kereta .....	91
4. Rangkaian motor pintu perlintasan .....	93
5. Rangkaian alarm .....	94
6. <i>Software</i> program .....	98
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	 102
A. Kesimpulan .....	102
B. Keterbatasan alat .....	104
C. Saran .....	104
 DAFTAR PUSTAKA .....	 105
LAMPIRAN.....	107
DATASHEET .....	120

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hubungan Jarak Pandang dengan Kecepatan Kereta .....	9
Tabel 2. Hubungan Jarak Pandang terhadap Jalan Raya.....	12
Tabel 3. Kelengkapan pintu perlintasan kereta api .....	13
Tabel 4. Konfigurasi pin <i>port</i> ATmega16 .....	18
Tabel 5. Deskripsi Bit Mode Pembangkit Bentuk Gelombang .....	22
Tabel 6. Mode <i>output</i> pembanding, tanpa PWM .....	23
Tabel 7. Mode <i>output</i> pembanding, <i>Mode fast</i> PWM .....	23
Tabel 8. Mode <i>output</i> pembanding, <i>Mode phase correct</i> PWM .....	24
Tabel 9. Deskripsi bit <i>clock select</i> .....	24
Tabel 10. Fungsi pin <i>IN1</i> dan <i>IN2</i> .....	38
Tabel 11. Penggunaan <i>Port</i> mikrokontroler ATmega16 .....	50
Tabel 12. Respon yang diharapkan dalam uji kinerja alat .....	66
Tabel 13. Hasil pengujian rangkaian catu daya .....	68
Tabel 14. Uji mikrokontroler ATmega16 .....	70
Tabel 15. Uji PWM pada <i>driver</i> motor .....	73
Tabel 16. Uji respon sensor optocoupler .....	76
Tabel 17. Uji respon <i>Limit Switch</i> .....	77
Tabel 18. Uji <i>output</i> IC L293D .....	78
Tabel 19. Karakteristik IC regulator 7805 .....	88
Tabel 20. <i>Vout</i> sensor .....	90
Tabel 21. Respon IC L293D .....	93
Tabel 22. Karakteristik IC L293D .....	94



Tabel 23. Nilai maksimum transistor BC547 .....	95
Tabel 24. Bentuk gelombang <i>output</i> IC555 .....	96

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Hubungan jarak pandang dengan kecepatan pengendara kendaraan bermotor .....	10
Gambar 2. Desain pintu perlintasan kereta api .....	15
Gambar 3. Pin ATmega16 kemasan 40 pin .....	16
Gambar 4. Blok diagram <i>Timer/Counter</i> .....	20
Gambar 5. <i>Timing</i> diagram <i>Timer/Counter</i> , tanpa <i>prescaling</i> .....	20
Gambar 6. <i>Timing</i> diagram <i>Timer.Counter</i> , dengan <i>prescaling</i> .....	21
Gambar 7. <i>Timing</i> diagram <i>Timer/Counter</i> , menyetting OCFO .....	21
Gambar 8. <i>Timing</i> diagram <i>Timer/Counter</i> , menyetting OCFO .....	22
Gambar 9. Register <i>Timer</i> TCNT0 .....	25
Gambar 10. Register <i>Timer</i> OCR0 .....	25
Gambar 11. LED inframerah .....	26
Gambar 12. Photodiode dan symbol photodiode .....	27
Gambar 13. Prinsip kerja motor DC .....	30
Gambar 14. <i>Limit Switch</i> .....	31
Gambar 15. Transistor <i>through-hole</i> .....	32
Gambar 16. Simbol transistor .....	34
Gambar 17. Pin IC L293D .....	36
Gambar 18. Aplikasi IC L293D .....	37
Gambar 19. Sinyal PWM .....	39
Gambar 20. Tegangan rata – rata PWM .....	39
Gambar 21. Rangkaian komparator .....	40

Gambar 22. Blok diagram pembangkitan PWM .....	41
Gambar 23. Blok diagram perancangan alat .....	44
Gambar 24. Rangkaian catu daya 5V .....	46
Gambar 25. Rangkaian catu daya 12V .....	46
Gambar 26. Rangkaian LED inframerah .....	47
Gambar 27. Rangkaian photodiode .....	47
Gambar 28. Blok rangkaian sismin ATmega16 .....	49
Gambar 29. <i>Driver output</i> motor dan <i>Buzzer</i> .....	50
Gambar 30. Rangkaian <i>Driver</i> motor pintu perlintasan .....	51
Gambar 31. Rangkaian <i>Driver</i> motor kereta .....	52
Gambar 32. Rangkaian aktivasi alarm / <i>Buzzer</i> .....	53
Gambar 33. Rangkaian alarm / <i>Buzzer</i> .....	53
Gambar 34. <i>Flowchart</i> program utama .....	57
Gambar 35. Bentuk rancangan media simulasi KRL .....	60
Gambar 36. Bentuk rancangan alas rel media simulasi KRL dari samping ....	60
Gambar 37. Bentuk box rangkaian tampak atas .....	60
Gambar 38. Bentuk box rangkaian tampak samping kanan .....	61
Gambar 39. Bentuk box rangkaian tampak belakang .....	61
Gambar 40. Rangkaian <i>Driver</i> motor kereta .....	70
Gambar 41. Rangkaian optocoupler photodiode .....	75
Gambar 42. Rangkaian optocoupler LED inframerah .....	75
Gambar 43. Rangkaian <i>Limit Switch</i> .....	76
Gambar 44. Rangkaian motor DC pintu perlintasan .....	78

Gambar 45. Rangkaian aktivasi alarm/ <i>Buzzer</i> .....	79
Gambar 46. Rangkaian alarm/ <i>Buzzer</i> .....	79
Gambar 47. Rangkaian penyearah dengan sistem <i>bridge fullwave</i> .....	82
Gambar 48. <i>Filter</i> kapasitor .....	85
Gambar 49. Bentuk gelombang <i>input</i> dan <i>output</i> catu daya dengan penyearah <i>fullwave</i> .....	86
Gambar 50. Susunan kaki IC regulator 7805 .....	87
Gambar 51. Internal blok diagram IC regulator 7805 .....	87
Gambar 52. Siklus PWM .....	93

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Rangkaian Lengkap Simulasi Pintu Perlintasan KRL.....	108
LAMPIRAN 2 Rangkaian <i>Driver</i> Motor & <i>Buzzer</i> .....	109
LAMPIRAN 3 Rangkaian Sensor Optocoupler .....	110
LAMPIRAN 4 Layout Sistem Minimum Atmega16 .....	111
Layout Sensor Optocoupler .....	111
Layout <i>Output</i> .....	111
Layout Alarm .....	111
LAMPIRAN 5 Tata Letak Komponen Sistem Minimum Atmega16 .....	112
Tata Letak Komponen Sensor Optocoupler .....	112
Tata Letak Komponen <i>Output</i> .....	112
Tata Letak Komponen Alarm .....	112
LAMPIRAN 6 PART LIST KOMPONEN .....	113
LAMPIRAN 7 GAMBAR FOTO ALAT SIMULASI .....	115
LAMPIRAN 8 Petunjuk Pengoperasian .....	116
LAMPIRAN 9 Listing Program BASCOM AVR .....	118